

10 patokan untuk rumah ekologis sebagai rumah sehat

Pengantar

10 patokan rumah ekologis merupakan prinsip dasar dalam perencanaan rumah sehat yang berkesinambungan serta pembangunan berkelanjutan di daerah tropis. Patokan tersebut didasarkan pada dua seminar dan lokakarya internasional tentang arsitektur ekologis dan lingkungan di daerah tropis pada tahun 2000 dan 2005, serta 25 asas tentang *Baubiologie* (lihat: Schneider, Anton. *Gesünder Wohnen durch biologisches Bauen*. Neubeuren 1982).

Dalam rangka menuju masa depan yang terpelihara dan alam lestari, maka planet bumi ini harus dirawat dengan lebih seksama, dan rumah yang dibangun seharusnya ekologis. Kebutuhan atas perkembangan berkelanjutan belum pernah se penting seperti sekarang. Pengaruh peradaban manusia cenderung merusak lingkungan sebagai dasar kehidupannya.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, tim dari lembaga pendidikan lingkungan, manusia, dan bangunan menyusun 10 patokan ini sebagai standar rumah ekologis yang sehat.

1. Menciptakan kawasan penghijauan di antara kawasan pembangunan sebagai paru-paru hijau

Kualitas taman dan hutan kota yang luasnya minimal 20% dari wilayah kota, dengan jarak dari perumahan sebaiknya tidak melebihi 300 m, serta utilitas dan banyaknya taman merupakan tujuan pokok tata kota kontemporer. Alun-alun sebagai taman/hutan kota merupakan ruang beraneka-ragam yang sangat mempengaruhi kualitas kehidupan dalam kota. Letak dan pengaturan penghijauan dalam tata-kota menentukan ciri-khas kota tersebut. Di wilayah kota lama sering terjadi kekurangan lahan hijau seperti jaringan penghubung (*biotop interconnection*) dengan penghijauan berbentuk bahu jalan yang ditanami dengan pohon peneduh dan semak belukar.

Penghijauan di lingkungan kota akan meningkatkan kualitas kehidupan dalam kota dengan produksi oksigennya yang mendukung kehidupan sehat bagi manusia, mengurangi pencemaran udara, serta meningkatkan kualitas iklim mikro. Air hujan yang turun diserap oleh tanah, dan kemudian menguap kembali, dengan demikian, tanaman ikut mengelola air hujan dan melindungi lereng gunung terhadap tanah longsor.

Hasil tumbuh-tumbuhan sebagai peningkat kualitas lingkungan kota

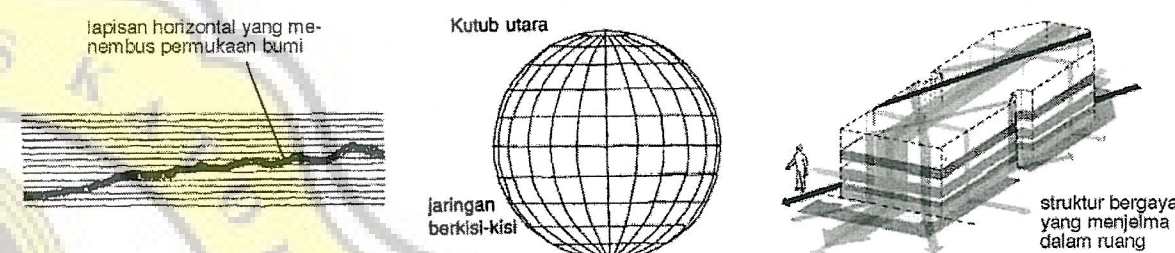
Hasil	1 pohon berumur ± 100 tahun	Tumbuh-tumbuhan seluas 1 hektar
Produksi oksigen	1.7 kg/jam	600 kg/hari
Penerimaan karbon dioksida	2.35 kg/jam	900 kg/hari
Pengikat zat arang	6 ton	-
Penyaringan debu	-	sampai 85%
Penguapan air	500 liter/hari	-
Penurunan suhu	-	sampai 4 °C

sumber: Böhme, Gerhard et al. *Grün hilft sparen*. Bonn 1985. halaman 5

2. Memilih tapak bangunan yang bebas gangguan geo-biologis

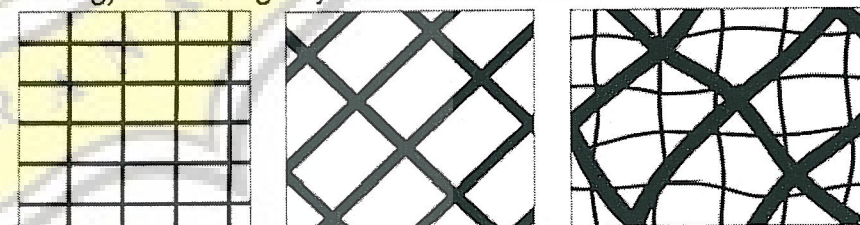
Pengembangan dalam ilmu pengetahuan alam dan ilmu nuklir menghasilkan pengertian baru, bahwa, selain yang bersifat nyata, ada juga yang bersifat mental (imaterial). Planck, Heisenberg, Lovelock, dan peneliti yang lain membuktikan bahwa setiap materi juga mengandung semacam kesadaran. Manusia merupakan penengah di antara akal dan materi, karena ia menjadi satu-satunya makhluk yang memiliki badan material dan kerohanian. Dengan demikian manusia juga selalu mampu berkomunikasi dengan benda-benda yang tidak dapat ditangkap dengan pancainderanya.

Bumi kita dikelilingi oleh pengaruh gaya yang terbentuk dan teratur secara geometris. Gaya misterius tersebut menjelma menjadi ruang hidup berkisi-kisi yang dapat kita rasakan.



Jaringan garis-garis yang berkisi-kisi ini sangat teratur secara tata jenjang yang berarti garis-garis tersebut berbeda dalam mutu, radiasi, kelompok, dan garis tengahnya sebagai berikut:

- **Jaringan Hartmann** (ditemukan oleh dr. Ernst Hartman pada tahun 1951) berorientasi utara-selatan dan timur-barat dengan garis pengaruh selebar 15-25 cm dengan mata jalah (lubang/jarak antar garis) 2.0-3.0 m, dan **jaringan Curry** (ditemukan oleh dr. Manfred Curry pada tahun 1955) berorientasi miring terhadap jaringan Hartmann dengan garis pengaruh selebar 50 cm dengan mata jalanya 3.5-7.0 m. Ukuran jaringan masing-masing bisa berbeda tergantung pada pengaruh lingkungan, dislokasi geologis, atau menurut letaknya pada bumi (garis lintang) dan sebagainya secara dinamis.

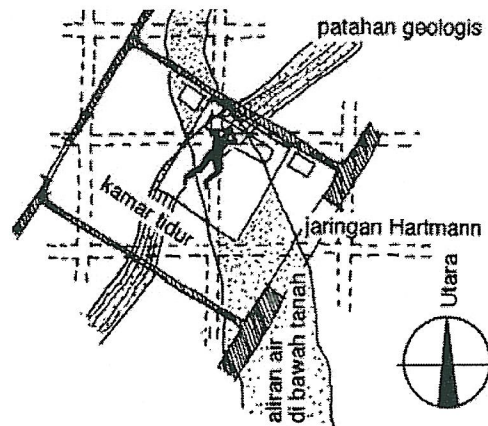


Jaringan Hartmann

Jaringan Curry

Jaringan Hartmann dan Curry yang saling melingkupi

- **Aliran air di bawah tanah** membangkitkan medan elektromagnetis karena muatan listrik yang berbeda pada molekul air dan molekul tanah.
- **Patahan dan dislokasi geologis** adalah dislokasi dalam kerak bumi ke arah horizontal maupun vertikal yang mengakibatkan perubahan radiasi teristis. Biasanya patahan atau dislokasi geologis memiliki radioaktivitas (radiasi γ) lebih tinggi. Jika dalam dislokasi geologis tersebut terjadi aliran air maka timbul juga medan elektromagnetis.



Denah kamar tidur dengan persimpangan aliran air di bawah tanah dan patahan geologis, dan persimpangan jaringan Hartmann (tanpa perhatian pada jaringan Curry) yang mempengaruhi kesehatan orang yang sedang tidur

Radiasi teknik sering juga dinamakan *technics* atau radiasi buatan, radiasi ini juga mengakibatkan gangguan kesehatan tertentu, walaupun sebenarnya tidak masuk ilmu geomansi. Radiasi teknik terdapat pada instalasi listrik, penyinaran gelombang radio, tv, dan radar yang akan dibedakan antara medan listrik dan medan magnetis.

- **Medan listrik buatan** terdapat dimana ada kabel listrik yang disambung dengan pembangkit listrik, tetapi tidak disambung dengan pemakai (lampu dsb.). Medan listrik dapat dibuktikan sampai dengan jarak 18.0 m dari kabel tersebut, walaupun tidak ada listrik yang mengalir, medan listrik masih ada.
- **Medan magnetis buatan** terjadi sesudah pemakai tersebut disambung (misalnya, lampu menyala). Sekarang listrik mengalir dalam kabel satu dari pembangkit ke arah pemakai dan dalam kabel kedua kembali dari pemakai ke pembangkit. Medan magnetis pada kabel listrik biasa dapat dibuktikan hanya pada jarak sekitar 1.0 m, akan tetapi setiap kumparan dalam peralatan listrik mengakibatkan medan magnetis yang kuat. Listrik yang mengalir mengakibatkan medan magnetis.
- **Medan magnetis buatan statis** akan timbul dalam hubungan dengan bahan sintetik seperti kain, pelapis lantai vinil, mebel (*spring bed*) atau korden yang menghasilkan tegangan. Kemudian oleh muatan listrik yang dipisahkan dalam bahan sintetik tersebut maka berakibat ada sentakan listrik pada saat memegang bahan logam seperti pegangan pintu dan sebagainya. Oleh karena akibat konsentrasi ion dalam udara rendah, maka akan berakibat mempengaruhi kesehatan manusia secara negatif.

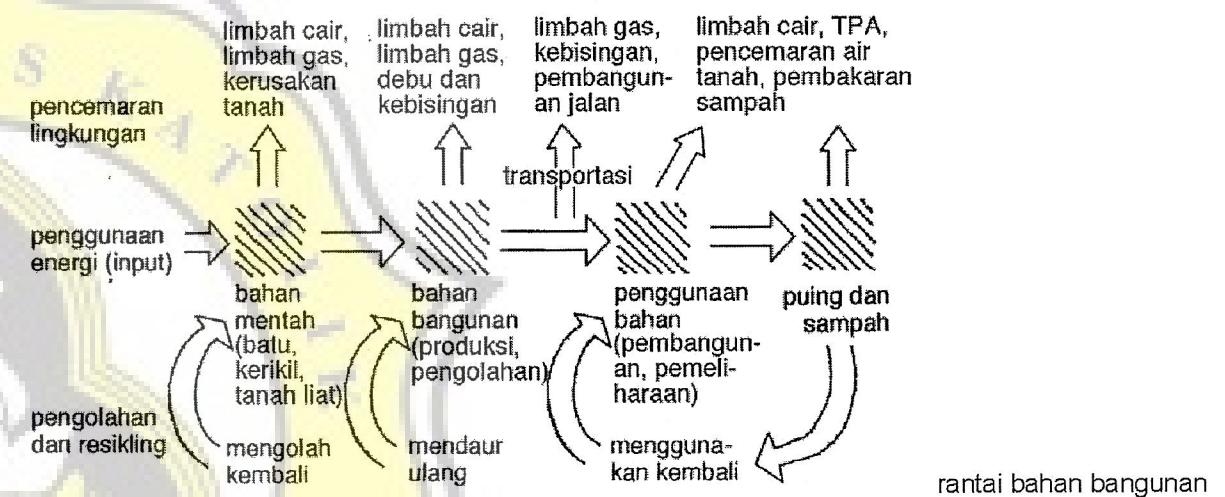
Guna menghindari pengaruh negatif oleh radiasi teknik tersebut di atas, maka di dalam rumah sehat sebaiknya diperhatikan hal-hal berikut:

- sejauh mungkin menggunakan lampu pijar daripada tabung fluoresensi
- semua instalasi listrik dilengkapi tiga kawat (pembawa arus, netral, pembumian)
- menghindari penggunaan *spring bed* karena per baja dapat menyalurkan medan elektromagnetis kepada orang yang tidur di atasnya
- mencabut steker semua alat listrik pada stopkontak, menghindari keadaan *stand-by*
- memilih monitor LCD sebagai layar computer/tv
- menghalangi anak dan remaja menggunakan telepon genggam (*hand phone*), juga orang dewasa sebaiknya menggunakannya sesedikit mungkin.

3. Menggunakan bahan bangunan alamiah

Perkembangan pembangunan dewasa ini ditandai dengan peningkatan macam-macam bahan bangunan dan munculnya bahan bangunan baru. Keadaan tersebut memungkinkan berbagai ragam alternatif pemilihan bahan bangunan guna mengkonstruksikan gedung. Maraknya penemuan bahan bangunan baru juga ditandai dengan kesadaran terhadap ekologi lingkungan dan fisika bangunan.

Membangun berarti suatu usaha untuk menghemat energi dan sumber daya alam. Teknologi bangunan yang baru menuntut para ahli supaya mereka terbuka terhadap perkembangan tersebut, karena tidak jarang teknologi baru menyimpang dari cara pertukangan tradisional. Kajian ilmu bahan bangunan yang cukup sederhana dan formal selama ini kiranya perlu diubah sesuai dengan pandangan pembangunan yang menyeluruh.



Ilmu bahan bangunan biasanya menggolongkan bahan bangunan sebagai berikut:

Golongan	Bahan bangunan	Contoh bahan
Bahan bangunan alam	anorganik: batu alam, tanah liat, tras dsb.	batu kali, kerikil, pasir, kapur, tras
	organik: kayu, bambu, dedaunan, serat, rumput dsb.	bermacam-macam kayu, bambu, rumbia, jiuk, alang-alang
Bahan bangunan buatan	bahan yang dibakar	batu merah, genting
	bahan yang dilebur	kaca
	bahan yang dikempa/diperes	conblock, batako
	bahan kimia dan petrokimia	plastik, bitumen, kertas, cat
Bahan bangunan logam	logam mulia	emas, perak
	logam setengah mulia	air raksa, nikel, kobalt
	logam besi	besi, baja
	logam non-besi	aluminium, kuningan, perunggu

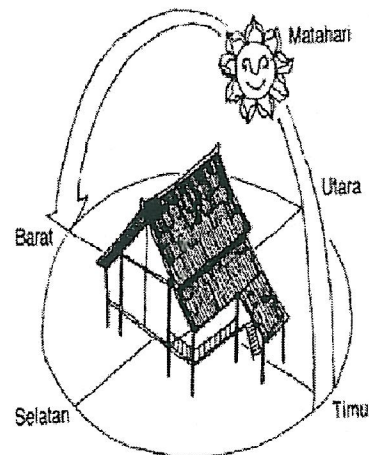
Bahan bangunan alam yang tradisional seperti batu alam, kayu, bambu, tanah liat, dan sebagainya tidak mengandung zat kimia yang mengganggu kesehatan. Lain halnya dengan bahan bangunan modern seperti tegel keramik, pipa plastik, cat-cat yang beraneka macam warnanya, perekat, dan sebagainya. Siapa yang mengetahui proses pembuatan dan campuran bahan mentahnya?

Karena klasifikasi bahan bangunan tradisional kurang memperhatikan tingkat teknologi dan keadaan entropinya, serta pengaruhnya atas ekologi dan kesehatan manusia, maka lebih baik bahan bangunan digolongkan menurut penggunaan bahan mentah dan tingkat transformasinya sebagai berikut.

Klasifikasi bahan secara ekologis	Contoh bahan
Bahan bangunan yang dapat dibudidayakan kembali	kayu, bambu, rotan, rumbia, serabut kelapa, ijuk, kulit kayu, kapas, kapok, wol
Bahan bangunan alam yang dapat digunakan kembali	tanah, tanah liat, lempung, tras, kapur, batu kali, batu alam
Bahan bangunan buatan yang dapat didaur ulang	limbah, potongan, sampah, ampas, bahan bungkus (kaleng, botol), mobil bekas
Bahan bangunan yang mengalami perubahan transformasi sederhana	batu merah, conblock, batako, genting, bis beton, semen, beton tanpa tulangan
Bahan bangunan yang mengalami beberapa tingkat perubahan transformasi	plastik, damar epoksi, produk petrokimia yang lain
Bahan bangunan komposit	beton bertulang, pelat serat semen, cat kimia, perekat

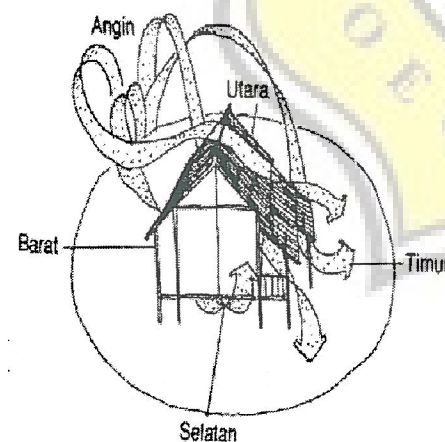
4. Menggunakan ventilasi alam untuk menyejukkan udara dalam bangunan

Bangunan sebaiknya dibuat secara terbuka dengan jarak yang cukup di antara bangunan tersebut agar gerak udara terjamin. Orientasi bangunan ditempatkan di antara lintasan matahari dan angin. Sebagai kompromi letak gedung berarah antara timur ke barat, dan yang terletak tegak lurus terhadap arah angin. Gedung sebaiknya berbentuk persegi panjang sehingga menguntungkan bagi penerapan ventilasi silang.



Letak gedung terhadap sinar matahari yang paling menguntungkan bila memilih arah dari timur ke barat

Ruang di sekitar bangunan sebaiknya dilengkapi pohon peneduh tanpa mengganggu gerak udara.

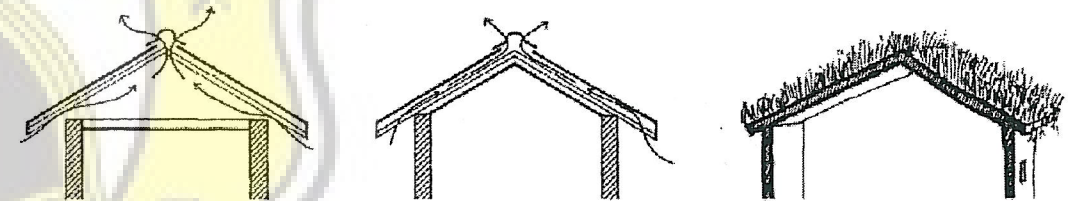


Letak gedung terhadap arah angin yang paling menguntungkan bila memilih arah tegak lurus terhadap arah angin itu



Pembentukan gedung memanfaatkan segala sesuatu yang dapat menurunkan suhu dan perlindungan terhadap sinar panas matahari sehingga ruang di dalamnya menjadi nyaman. Gedung sebaiknya dilengkapi dengan atap sengkuap yang luas dan tingginya tidak melebihi 3 lantai agar tidak merugikan gedung tetangga. Pada organisasi denah perlu diperhatikan, bahwa ruang-ruang tidak selalu dapat diatur secara optimal, sehingga harus diperhatikan juga orientasi jendela terhadap matahari (kamar tidur tidak menghadap ke barat). Ruang yang mengakibatkan tambahan panas (dapur) sebaiknya dipisahkan sedikit dari rumah. Ruang yang menambah kelembapan (kamar mandi, ruang cuci) harus direncanakan dengan penyegaran udara yang baik dan pertukaran udara yang tinggi sehingga tidak akan tumbuh cendawan kelabu.

Atap sebaiknya berbentuk pelana sederhana (tanpa jurai luar dan dalam) sehingga mudah dibuat rapat air hujan dengan atap sengkuap yang luas. Atap yang paling bagus menahan panas adalah atap dengan ruang atap yang penghawaannya berfungsi baik, atau atap bertanaman yang dapat meresapkan air hujan maupun mengatur iklim ruang dalam.

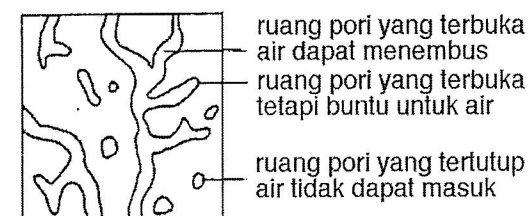


Atap pelana dengan langit-langit Atap pelana dengan langit-langit Atap pelana bertanaman tanpa ru-
datar dan ruang atap berventilasi miring dan celah kasau berventilasi ang atap dan celah berventilasi

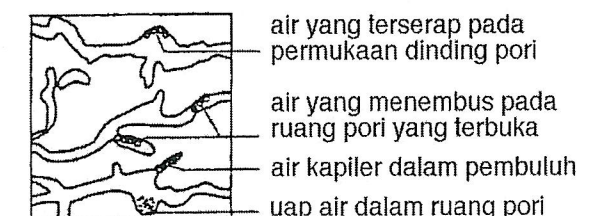
5. Memilih lapisan permukaan dinding dan langit-langit ruang yang mampu mengalirkan uap air

Hampir setiap bahan bangunan dapat menyalurkan dan menyimpan kelembapan dalam bentuk air maupun uap. Kemampuan ini tergantung terutama pada struktur pori-pori (jenis, bentuk, dan ukuran pori tersebut). Selanjutnya harus dibedakan antara bahan bangunan yang mengisap air (higroskopis) dan yang menolak air.

Bahan bangunan yang berpori dapat mengisap air dengan berbagai cara:



Penggolongan bermacam-macam ruang pori



Air dalam bermacam keadaan dalam ruang pori

Makin kecil pori-pori bahan bangunan makin besar daya mengisap air, dan makin besar pori-pori makin mudah dapat diisi dengan air. Hal ini berarti bahwa air bisa masuk ke dalam bahan bangunan melalui gravitasi (misalnya oleh atap yang bocor), oleh tekanan angin (misalnya pada tepi dinding atau atap yang terekena angin kencang), oleh kapilaritas (pada retak plesteran dinding atau kelembapan tanah yang melalui trasraam yang tidak kedap air).

Bahan bangunan yang higroskopis (misalnya batu merah) kadang-kadang dapat mengikat banyak air. Satu m² dinding batu merah yang diplesir kedua sisinya mengikat rata-rata 66 liter air!

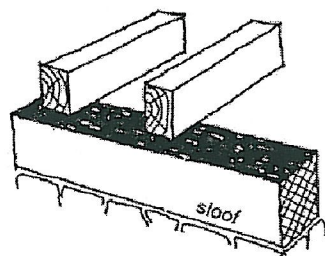
Jumlah air yang digunakan untuk membangun sebuah rumah biasa (seluas 36 m²) ialah sekitar 28'000 liter yang harus menguap sebelum rumah tersebut dapat dianggap kering dan sehat untuk dihuni. Waktu penguapan air tersebut tergantung pada cara membangun, iklim, ventilasi, dan kelembapan udara setempat. Sebagai angka perkiraan dasar dapat dianggap akan dibutuhkan waktu selama 4 bulan.

Kelebihan kelembapan apapun dalam iklim tropis lembap, akan menumbuhkan cendawan kelabu (*aspergillus*) yang mempengaruhi kesehatan penghuni karena mengakibatkan alergi bronkitis dan asma.

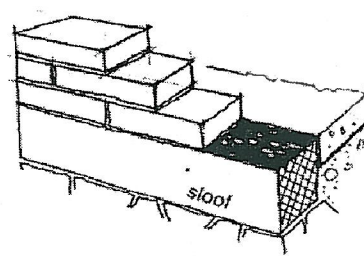
6. Menghindari kelembapan tanah yang naik ke dalam konstruksi bangunan dan memajukan sistem bangunan kering

Kelembapan tanah yang naik ke dalam konstruksi bangunan merupakan permasalahan besar di Indonesia dengan iklim tropis lembapnya, karena lapisan yang kedap air tidak ada. Sebaiknya lapisan kedap air diletakkan di antara sloof dan kaki dinding (*trasraam*) sebagai berikut:

- Trasraam lapisan aspal (atau kertas aspal) dapat digunakan di atas sloof beton bertulang (sloof harus kering, berumur minimum 14 hari) atau dibawah sloof konstruksi kayu (di atas lapisan mortar yang datar dan yang menutupi fondasi batu kali). Lapisan aspal setebal ± 2 mm, dapat dibuat dengan cara mengecat 2-3 kali dengan aspal panas (yang cair).
- Karet trasraam (lembaran dari karet atau PE) dipotong sesuai dengan lebar sloof dan dipasang diatas sloof tersebut. Setiap sambungan karet trasraam harus tumpang tindih minimum 10 cm. Pada angker dan sambungan tulangan kolom praktis, karet trasraam harus dilubangi sesuai dengan garis tengah besi angkur sehingga lapisan tetap kedap air.



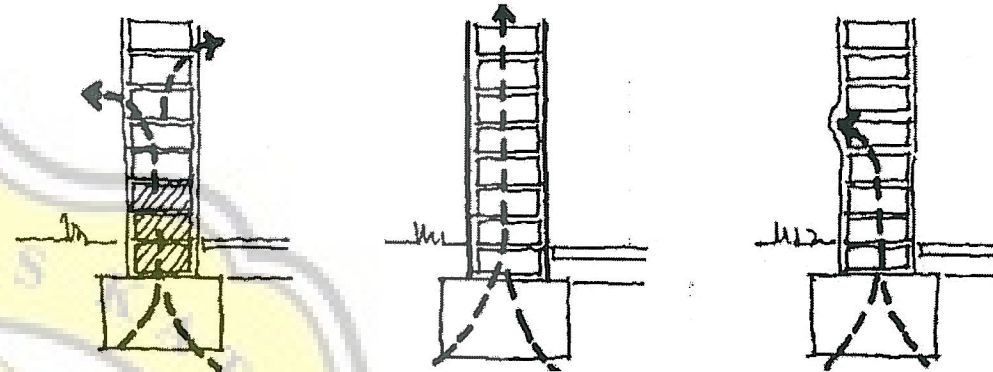
Lapisan kedap air (trasraam) sebagai tumpuan balok lantai



Lapisan kedap air (trasraam) pada kaki dinding batu bata

- Trasraam seng papak. Seng yang dipilih adalah seng yang tahan karat, misalnya seng galvanisir dengan tebal (minimum BWG 24) sehingga juga mempunyai keuntungan mencegah rayap.

Kelembapan tanah yang naik juga mengakibatkan masalah pada lapisan dinding. Lapisan dengan cat dapat menimbulkan kesulitan yang mirip dengan plesteran dinding yang kedap air. Jika trasraam tidak kedap maka kelembapan naik sampai kuda-kuda atap. Cat sintetis bersifat agak kedap air dan memungkinkan saluran air sebanyak 2-9 g/m²h saja, sedangkan cat perekat atau cat kapur mengizinkan 15-17 g/m²h tembus.



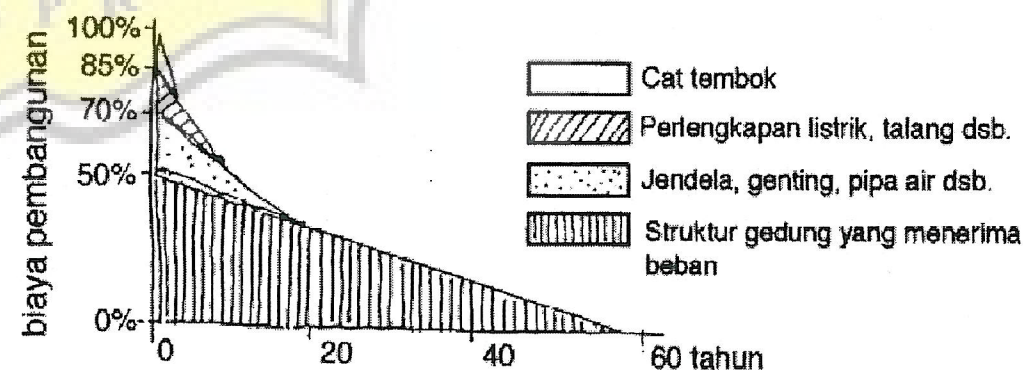
Kelembapan tanah menembus trasraam yang tidak kedap air

Turap yang kedap air. Kelembapan tanah naik sampai konstruksi atap

Cat dinding yang kedap air. Kelembapan dalam dinding mengakibatkan cat mengelupas

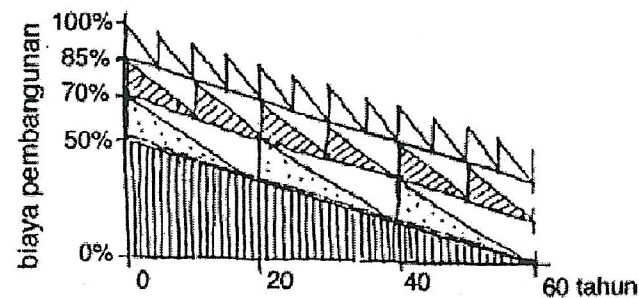
7. Mempertimbangkan kesinambungan pada struktur dan masa pakai bagian gedung yang menerima beban dan yang membagi saja

Hubungan antara masa pakai bahan bangunan dan struktur bangunan akan mempengaruhi pilihan struktur dan penggunaan bahan bangunan. Bahan bangunan apapun yang dipilih sebagai bagian struktur (sebaiknya tahan minimal 60 tahun), bagian sekunder, atau bagian perlengkapan/utilitas yang tahan hanya sekitar 5-20 tahun selalu harus dipertimbangkan masa pakainya (*life span*). Desain struktur yang berkesinambungan (lihat: Steiger, Peter. *Bauen mit dem Sonnen-Zeit-Mass*. Karlsruhe 1988. hlm. 17+35) selalu mempertimbangkan masa pakai dan masalah perawatan.

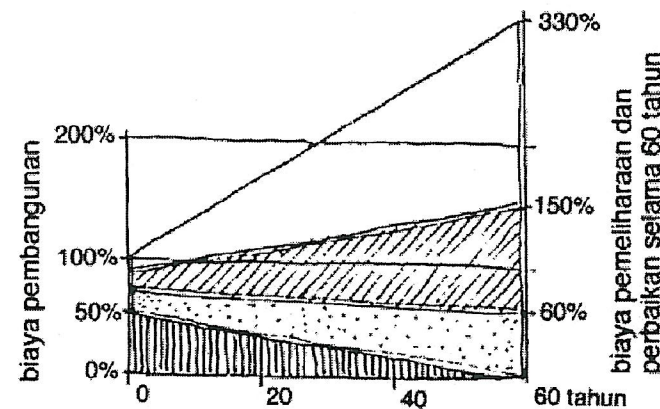


Daya tahan masing-masing bagian bangunan





Kebutuhan pemeliharaan dan perbaikan selama 60 tahun (daya tahan bagian struktur gedung)



Alokasi biaya pembangunan, pemeliharaan, dan perbaikan selama 60 tahun

Penggantian bagian bangunan yang aus membutuhkan bahan baku dan energi yang sebenarnya dapat dihemat baik secara ekonomis maupun ekologis. Penggantian tersebut selalu harus dapat dilakukan tanpa merugikan bagian bangunan yang lain. Pada setiap penggunaan bahan bangunan harus dipertimbangkan ciri khas berikut:

- kemampuan tahan lama bagian bangunan tersebut;
- kapan bagian bangunan harus diganti karena rusak atau perkembangan teknologi; atau
- kemampuan tahan lama non fisik (tidak laku lagi, membosankan).

8. Mempertimbangkan bentuk/proporsi ruang berdasarkan aturan harmonis

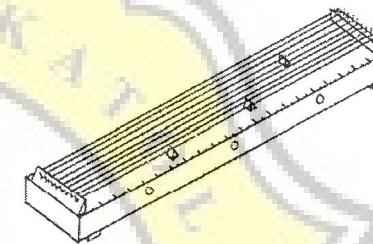
Pengertian proporsi adalah masalah yang selalu dipersoalkan dalam perencanaan arsitektur sebagai prinsip keselarasan dan estetika. Proporsi dan keselarasan (harmoni) bersama-sama dapat menentukan bentuk arsitektur. Oleh karena itu, semua buku arsitektur kuno mengandung ilmu proporsi. Pengertian proporsi dapat dianggap dalam bentuk proporsi bidang maupun bentuk proporsi ruang seperti sudah ditentukan oleh Pythagoras dan penganutnya.

Musik mulai menjelma sebagai tegangan di antara yang dapat didengar dan yang tidak dapat didengar. Pythagoras membayangkan bahwa pola nada mirip dengan bentuk ruang (proporsi). Berdasarkan kenyataan tersebut, dimensi yang dapat diukur dan yang dapat dilihat dapat diperbandingkan dengan nada (lihat: van der Maas, Jan. *Das Monochord*. Bern 1985, hlm. 6-8). Dengan begitu orang dapat 'mendengar' arsitektur, karena proporsinya dapat dimainkan pada alat musik monochord.

Menurut Pythagoras arsitektur merupakan 'musik yang beku', sedangkan J.W. von Goethe menyebutnya 'seni musik yang didiamkan'. Seorang arsitek bekerja di antara yang dapat didengar dan yang dapat dilihat, sebagai penterjemah pola audio kepada pola visual. Dengan begitu nada menjadi lagu.

telinga - mata
musik - arsitektur
angka - ukuran
jarak - proporsi

Alat musik yang kuno dan paling sederhana yang telah digunakan oleh Pythagoras adalah monochord, dengan satu atau beberapa senar yang sama panjangnya. Agar panjangnya senar dapat diatur, digunakan penyangga bergerak.



Monochord untuk menentukan proporsi dengan jarak nada musik

Proporsi	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8
Panjang senar	120 cm	60 cm	40 cm	30 cm	24 cm	20 cm	~17 cm	15 cm
Frekuensi (Hz)	261.6	523.2	784.8	1'046.4	1'308	1'569.6	1'831.2	2'092.8
Nada	c	c'	g'	c''	e''	g''	b''	c'''

Akibat pertimbangan harmonikal tersebut memungkinkan para arsitek dan pemberi tugas dapat menilai apakah perencanaan desain sesuai dengan imajinasi calon penghuni dan jiwanya. Proporsi sebuah rumah, ruang, pintu dan jendela maupun perabot dapat dibunyikan pada monochord. Jika nada/lagu berbunyi enak untuk seseorang, maka ia akan merasa senang di dalam ruang tersebut, akan tetapi, jika nada/lagu berbunyi jelek, maka penghuni akan merasa tidak nyaman.

Hubungan antara arsitektur dan musik atau arsitektur yang memperhatikan proporsi dan jarak antara nada disebut arsitektur harmonikal. Perencanaan menurut arsitektur harmonikal tersebut dapat dimainkan dengan alat musik sebelum dibangun.

9. Menjamin bahwa bangunan yang direncanakan tidak mencemari lingkungan maupun membutuhkan energi yang berlebihan

Seperti telah diuraikan, bahan bangunan selalu membutuhkan sumber alam dan energi tidak terbarukan. Oleh karena itu bahan bangunan harus dipilih dengan saksama dan kebutuhan energi tersebut, kerusakan yang eksploitasinya berakibat pada alam, pembuangan yang mencemari tanah, serta rantai bahan secara holistik harus dipertimbangkan.

Masalah padatnya penduduk dan ketidakpedulian terhadap lingkungan alam mengakibatkan kemerosotan dan kerusakan lingkungan alam kita yang makin parah. Berhubungan dengan butir-butir di atas yang sudah diuraikan, maka para perencana

harus bertanggungjawab terhadap kerusakan alam baik oleh kegiatan pembangunan maupun oleh penggunaan energi yang tidak dapat diperbarui.

Kebebasan untuk memilih dan tugas untuk merawat dunia ini dengan penuh rasa tanggungjawab dan secara berkesinambungan adalah dasar etika lingkungan. Selama agama-agama belum mampu atau enggan memikul tanggungjawab etika lingkungan, maka etika lingkungan merupakan tuntutan umum. Etika lingkungan dapat dituangkan dalam satu kalimat saja (lihat: Ruh, Hans. *Vote of thanks for the 'Binding Award for Nature and Environmental Conservation in Europe'*. Vaduz 1991), akan tetapi perekayaannya amat berat:

- Setiap manusia berhak untuk melakukan apa saja yang diinginkan, selama
- ia mengizinkan hal yang sama kepada semua orang lain, dan
 - ia memungkinkan hal yang sama kepada semua generasi yang akan datang.

Memikirkan etika lingkungan secara mendalam, misalnya pada contoh mobilitas, makin jelas bahwa arah yang telah kita tempuh merupakan jalan buntu karena penyediaan kendaraan bermotor bagi semua penduduk dunia masa kini merusak lingkungan seketika. Kita harus mengubah pikiran!

10. Menjamin bahwa pembangunan berkelanjutan dapat diterapkan secara luas sehingga tidak mengakibatkan efek samping yang merugikan

Pembangunan berkelanjutan tercapai dengan perhatian pada sembilan patokan rumah ekologis sebagai rumah sehat tersebut di atas. Dengan perhatian khusus pada etika lingkungan masalah efek samping yang merugikan tetangga atau manusia yang lain dapat dihindarkan.

Pertanggungjawaban setiap manusia terhadap lingkungan serta pengaruh pembangunan berkelanjutan dapat diukur dengan jejak ekologis (*ecological footprint*). Jejak ekologis tersebut mengukur kebutuhan bahan baku alam yang digunakan oleh setiap bangsa dan setiap orang (lihat: <http://www.panda.org/downloads/general/lpr2004.pdf>). Jejak ekologis menghitung luasnya tanah subur, air tawar, lautan, dan banyaknya energi yang tidak terbarukan dan yang dibutuhkan manusia untuk memenuhi kebutuhan atas pangan, sandang, papan, serta mobilitas.

Jejak ekologis dari semua penduduk bumi pada saat ini mencapai 2.2 hektar, sedangkan luasnya lahan subur di dunia mencapai 1.8 hektar per orang. Hal ini berarti bahwa cara kehidupan masa kini telah melebihi kemampuan bumi dan mengancam keberlanjutan kehidupan pada planet ini.

Mempertimbangkan etika lingkungan dan jejak ekologis menggambarkan tanggung jawab kita sebagai arsitek dan perencana. Membangun secara ekologis dan sehat akan menarik perhatian orang yang mengaguminya dan mulai meniru pada semua lapisan masyarakat.

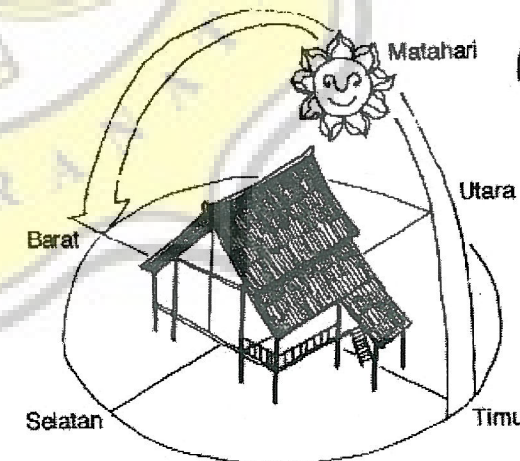
Semoga rumah masa depan merupakan rumah ekologis yang berkelanjutan - masa depan terletak di tangan Anda!

Heinz Frick

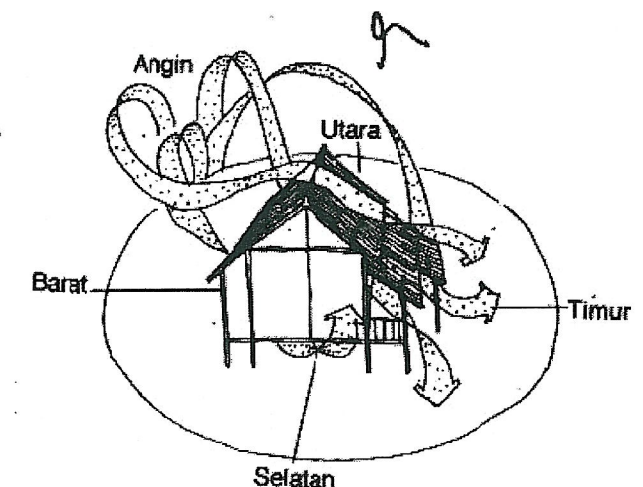
Alam dan iklim tropis

Pada bagian persyaratan kenyamanan²⁰ telah dibicarakan persoalan pencahayaan, iklim dan kelembapan, serta kebersihan udara. Dalam rangka persyaratan kenyamanan, masalah yang harus diperhatikan terutama berhubungan dengan ruang dalam. Tentu saja masalah tersebut mendapat pengaruh besar dari alam dan iklim tropis di lingkungan sekitarnya, yaitu sinar matahari dan orientasi bangunan, angin dan pengudaraan ruangan, suhu dan perlindungan terhadap panas, curah hujan dan kelembapan udara.

Sinar matahari dan orientasi bangunan yang ditempatkan tepat di antara lintasan matahari dan angin, serta bentuk denah yang terlindung adalah titik utama dalam peningkatan mutu iklim-mikro yang sudah ada. Dalam hal ini tidak hanya perlu diperhatikan sinar matahari yang mengakibatkan panas saja, melainkan juga arah angin yang memberi kesejukan. Orientasi bangunan terhadap sinar matahari yang paling cocok dan menguntungkan terdapat sebagai kompromi antara letak gedung berarah dari timur ke barat dan yang terletak tegak lurus terhadap arah angin menurut gambar berikut. Kemudian, dalam hal ini gedung yang berbentuk persegi panjang lebih beruntung dari pada gedung yang berbentuk bujur sangkar.



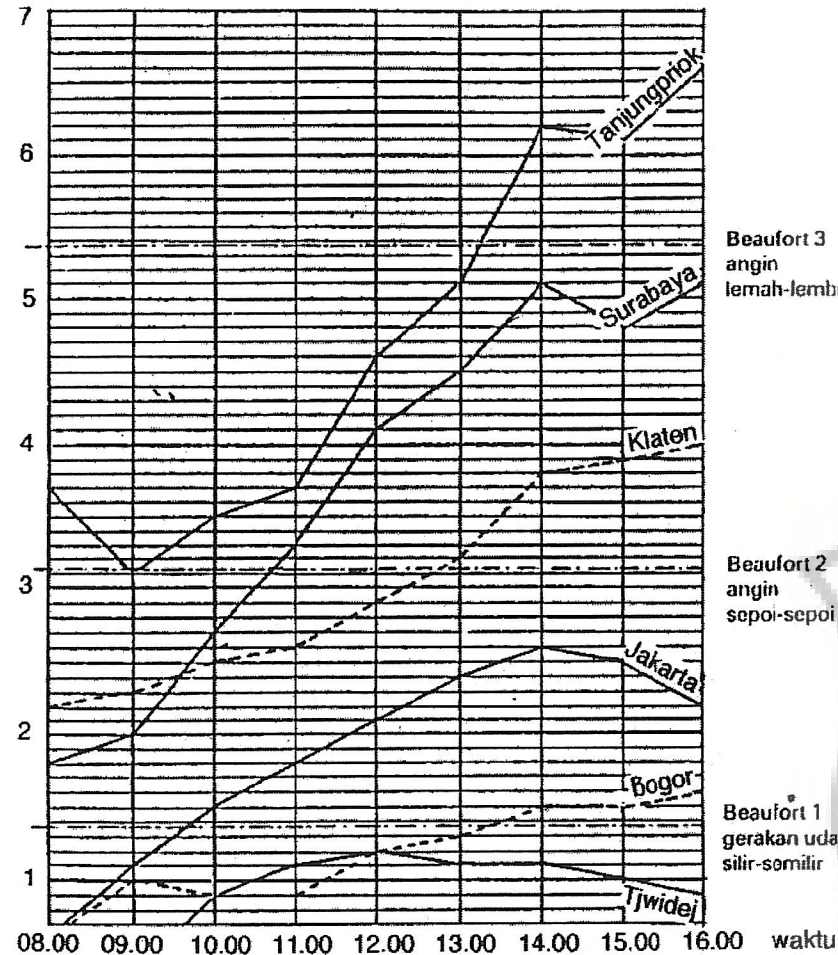
Letak gedung terhadap sinar matahari yang paling menguntungkan bila memilih arah dari timur ke barat.



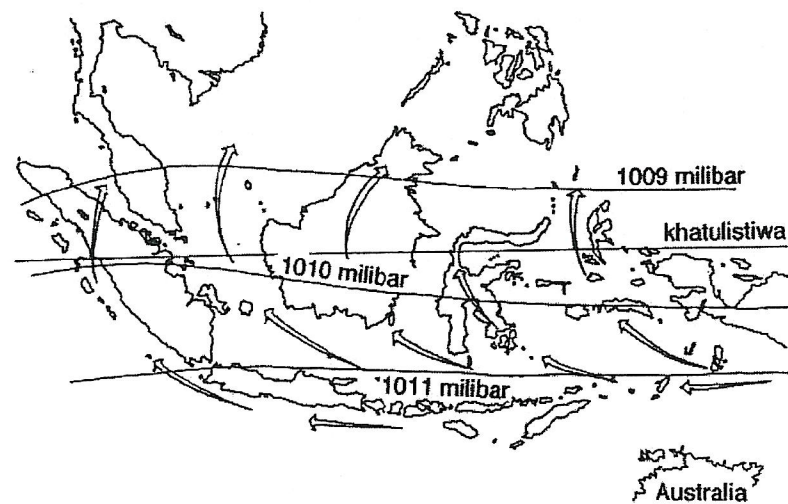
Letak gedung terhadap arah angin yang paling menguntungkan bila memilih arah tegak lurus terhadap arah angin itu.

Orientasi yang paling cocok di daerah tropis dekat khatulistiwa adalah suatu kompromi antara kedua arah tersebut di atas.

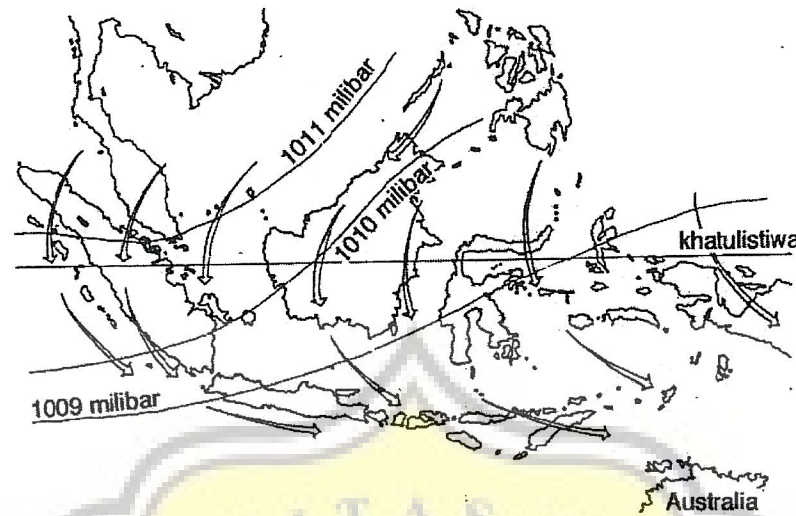
Angin dan pengudaraan ruangan secara terus-menerus mempersejuk iklim ruangan. Tiupan angin diukur dengan nilai m/s (meter per detik) atau menurut tabel Beaufort²¹ pada beberapa tempat tertentu.



Tiupan angin pada beberapa tempat di Pulau Jawa²²

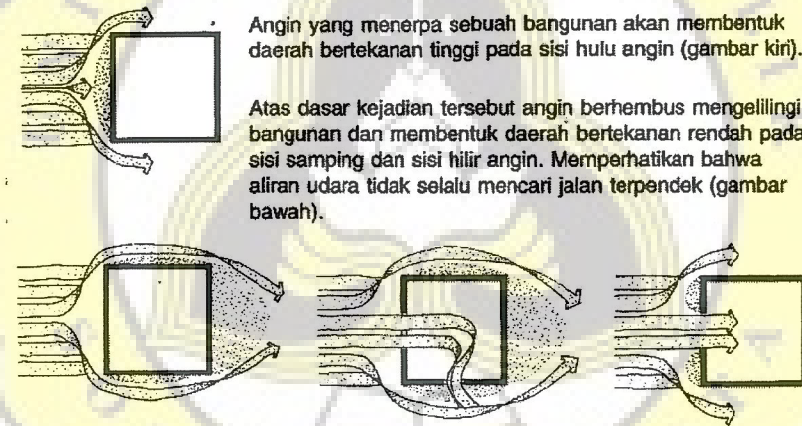


Arah angin yang dominan di Indonesia pada musim kemarau



Arah angin yang dominan di Indonesia pada musim hujan²³

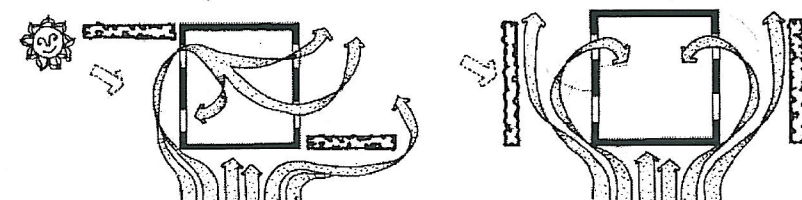
Udara yang bergerak menghasilkan penyegaran terbaik karena dengan penyegaran tersebut terjadi proses penguapan yang menurunkan suhu pada kulit manusia. Dengan demikian juga dapat digunakan angin untuk mengatur udara di dalam ruang.²⁴



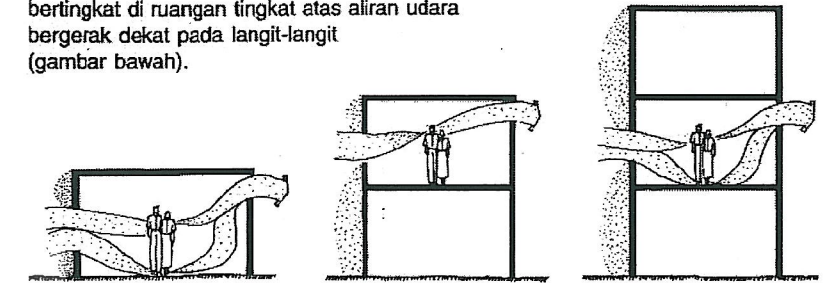
Kondisi tekanan yang berbeda pada kedua sisi lubang masuk aliran udara, akan membelok mencari jalan lain. Berarti bergesernya lubang masuk udara pada satu sisi mengubah kondisi tekanan masing-masing (gambar bawah).



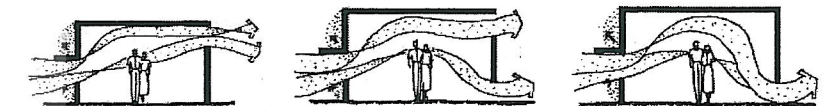
Di samping aliran udara yang bergerak, timbul juga pengaruh silau oleh sinar matahari yang juga perlu diperhatikan. Sebaiknya silau tersebut dihindari dengan pengadaan tanaman (gambar bawah).



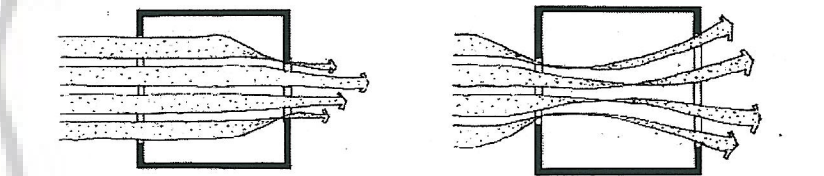
Pada rumah yang tidak bertingkat, aliran udara bergerak pada ketinggian tubuh manusia. Demikian pula terjadi pada gedung yang bertingkat di lantai satu, sedangkan pada gedung yang bertingkat di ruangan tingkat atas aliran udara bergerak dekat pada langit-langit (gambar bawah).



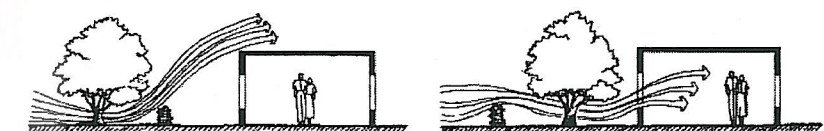
Seperti pada denah, pengaruh elemen peneduh mengakibatkan kondisi tekanan yang berbeda pada kedua sisi lubang masuk udara. Letak lubang masuk udara selalu mempengaruhi aliran udara, sedangkan letak lubang keluar tidak begitu penting (gambar bawah).



Kecepatan aliran udara mempengaruhi penyegaran udara. Jikalau lubang masuk udara lebih besar dari pada lubang keluarnya, maka kecepatan aliran udara akan berkurang, sebaliknya kalau lubang keluar udara lebih besar, kecepatan aliran udara akan makin kuat (gambar bawah).



Pemanfaatan pohon serta semak-semak merupakan cara alamiah untuk memberi perlindungan terhadap sinar matahari maupun untuk menyegarkan dan menyalurkan aliran udara, terutama pada gedung yang rendah (gambar bawah).

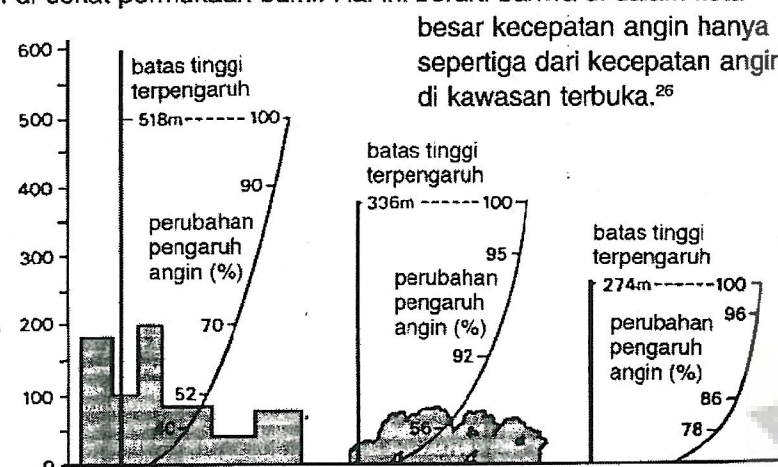


Penyegaran udara di dalam ruangan, di samping tergantung terhadap pergerakan udara, juga pada pertukaran udara, yang di daerah tropis sangat berhubungan dengan kesehatan yang cukup tinggi.²⁵

Ruang	Penukaran udara minimal
Kamar keluarga dan kamar tidur	20 kali isi ruang/jam
Ruang bergerak	10 kali isi ruang/jam
Dapur	100 kali isi ruang/jam
Kamar mandi / WC	40 kali isi ruang/jam

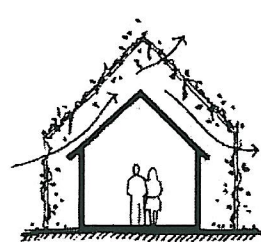
Tentu saja penyejarian udara di dalam ruangan seperti terwujud pada tabel di atas dapat dilakukan baik dengan gerakan udara secara alamiah maupun dengan penyejuk udara secara buatan (ventilasi).

Angin berbeda-beda menurut tingginya dari atas permukaan bumi dan menurut keadaan rata tidaknya permukaan bumi. Makin kasar permukaan bumi, makin tebal lapisan udara yang melekat dan kurang bergerak. Dengan begitu topografi yang tidak rata, tumbuh-tumbuhan alam, atau gedung-gedung mengurangi kecepatan angin pada lapisan di dekat permukaan bumi. Hal ini berarti bahwa di dalam kota

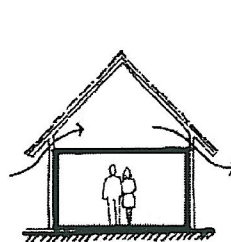


Kadar ketepatan kecepatan angin berhubungan dengan keadaan permukaan bumi.

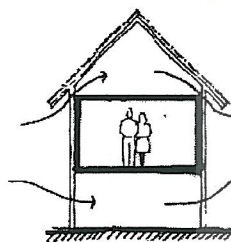
Suhu dan perlindungan terhadap panas. Pengaruh dari suhu terhadap ruangan dapat diatur dengan konstruksi atap yang, selain melindungi manusia terhadap cuaca, juga memberi perlindungan terhadap radiasi panas dengan sistem penyejuk udara secara alamiah.²⁷



Konstruksi pelindung alami melindungi gedung dari sinar panas.



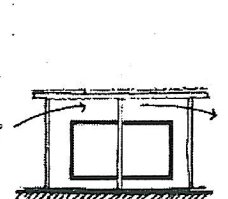
Konstruksi atap kampung luar melindungi inti gedung dari sinar panas.



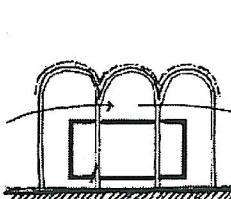
Konstruksi atap yang tinggi melindungi rumah panggung dari sinar panas.



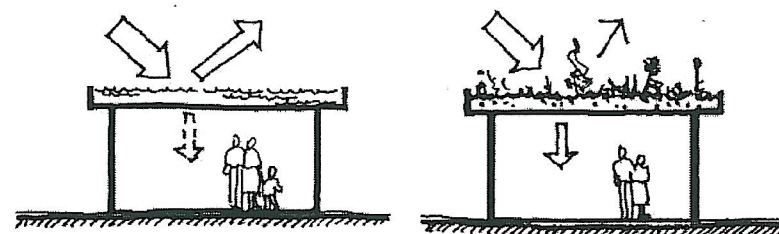
Pepohonan melindungi gedung dari sinar panas.



Konstruksi atap datar luar melindungi inti gedung dari sinar panas.



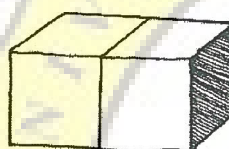
Konstruksi atap lengkung luar melindungi inti gedung dari sinar panas.



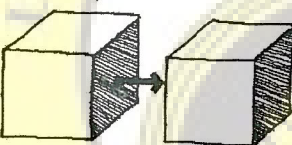
Kolam air atau lapisan tanah pada atap datar, melindungi gedung dari sinar panas.

Untuk menyejukkan udara dalam rumah beratap datar dapat juga digunakan sistem kolam air (*roof pond*) yang menerima panasnya sinar matahari dan mengembalikannya pada waktu malam. Sistem yang agak mirip adalah lapisan tanah di atas atap datar yang ditanami rumput (atau gelang tanah) yang tahan musim kering.

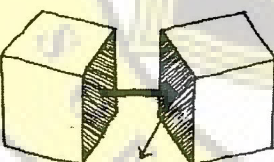
Pengaruh dari suhu terhadap ruangan dapat diatur juga dengan memperhatikan letak, bentuk, dan lapisan permukaan gedung karena bidang yang kurang panas selalu mau menerima panas dari bidang yang lebih panas seperti terlihat pada gambar berikut.²⁸



Penukaran panas maksimal terdapat jika benda hangat rapat dengan benda dingin.



Penukaran panas berkurang jika diadakan jarak antara benda hangat dan benda dingin. Makin besar jarak, makin lambat penukaran panas (mis. matahari dan jalan aspal).



Penukaran panas dapat diperkurang lagi dengan memberi jarak yang tidak tegak lurus antara benda hangat dan benda dingin (mis. matahari dan atap rumah).

Hal yang sama terjadi antara dua benda (lewat udara) maupun antara dua permukaan dinding (lewat tembok), dimana benda hangat berupa udara yang hangat oleh radiasi matahari dan benda dingin berupa udara di dalam rumah.

Penukaran panas pada lapisan bidang permukaan luar gedung dapat juga dipengaruhi dengan memperhatikan faktor pantulan dan penyerapan sinar panas.²⁹

Pohon-pohon akan digolongkan menurut bentuk, daun, akar, buah-buahan, atau manfaatnya yang berbeda-beda.³





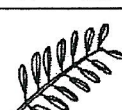


Pohon yang digolongkan menurut bentuk struktur

Pohon berbentuk palem		Kelapa, Aren, Sagu, Palembang (lontar), Palembang raja
Pohon berbentuk bulat yang agak tinggi > 20 m		
Pohon berbentuk setengah bulatan yang agak tinggi > 20 m		Beringin
Pohon berbentuk menjurak yang agak tinggi > 20 m		Ketapang, Angsana, Asam kranji
Pohon berbentuk bulat yang agak rendah < 20 m		Belimbing, Filisium, Asam Jawa
Pohon berbentuk kerucut berdaun lebar		Cengkeh, Glodogan, Melinjo
Pohon berbentuk kerucut berdaun jarum		Cemara laut, Cemara papua, Cemara jarum, Cemara sipres




Pohon yang digolongkan menurut bentuk daun

Daun berbentuk lanset		Bambu, Glodogan
-----------------------	--	-----------------

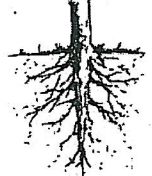

³Sumber: Frick, Heinz & FX Bambang Suskiyatno(1998) . *Seri Eko Arsitektur1. Dasar-dasar Eko Arsitektur* . Yogyakarta . Penebit Kanisius

Daun berbentuk bulat telur		Karet-karetan
Daun berbentuk jantung		Waru
Daun berbentuk sudip		Ketapang
Daun berbentuk tangan		Papaya, Tanganan
Daun bersirip genap		Flamboyan
Daun bersirip ganjil		Belimbing
Daun jarum		Cemara



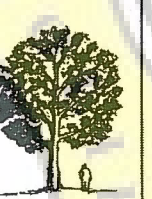









Pohon yang digolongkan menurut peneduhan

Pohon peneduh sedikit, faktor menyejukkan 2%		Kelapa, Aren, Sagu, Palem kipas (lontar), Palem raja
Pohon peneduh rindang, faktor menyejukkan 14%		Flamboyan, Kapuk
Pohon peneduh gelap faktor menyejukkan 28%		Beringin, Waru



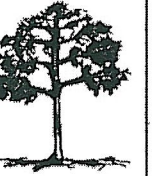
Pohon yang digolongkan menurut akarnya

Akar tunjang (pohon yang tumbuh di tanah yang kurang subur dan kering bisa menahan tanah longsor)		Nimba, Akasia (mengganggu tumbuhan tanaman lainnya), ekaliptus (menghisap banyak air tanah)
Akar serabut		Kelapa, Cemara
Akar serabut (menahan tanah longsor juga)		Trembesi, Kayu ambon
Pohon yang tumbuh di tanah yang subur dan lembap		Melinjo, Sengon






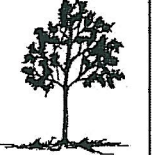


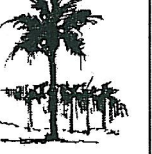






Pohon yang digolongkan menurut buah-buahan

Pohon yang menghasilkan bumbu-bumbu dan jamu-jamuan			
	Cengkeh	Kayu manis	Nimba
Pohon yang menghasilkan buah perangsang			
	Kopi	Coklat	Teh
Pohon yang menghasilkan buah-buahan segar			
	Jeruk manis	Belimbing	Mangga
			
	Rambutan	Jambu biji	Nangka

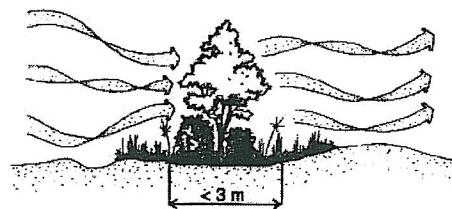
Pohon yang menghasilkan buah yang berkulit keras

		
Kelapa	Pala	Jambu mete

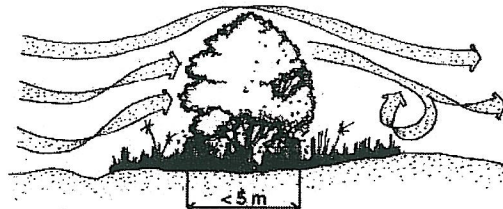
Pohon yang digolongkan menurut manfaat kayu dan sebagainya

Pohon yang menghasilkan kayu bakar			
	Gamal	Sengon	Tekik
			
	Waru	Karet	Lamtoro
Pohon yang menghasilkan serabut atau buah serabut			
	Kelapa	Kapuk	Aren
Pohon yang menghasilkan pupuk atau daun temakan			
	Lamtoro gung (pupuk)	Sengon	Turi (terakan)
Pohon yang menghasilkan getah berguna			
	Karet	Aren	Cemara, Pinus

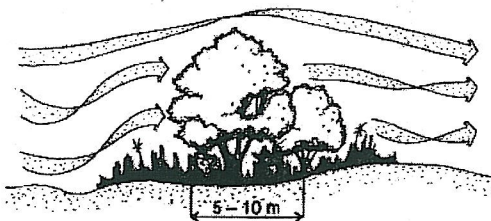
Selain tanaman berguna sebagai perbaikan kualitas kehidupan, peningkatan pendapatan daun, kayu, akar, buah, dan sebagainya, penanaman pohon dan semak-semak dapat berfungsi pula sebagai pelestarian lingkungan dengan tanam-tanaman yang menjaga erosi tanah, banjir bandang, sumber air, sumber bahan bangunan, dan sumber pangan serta mengurangi debu (pencemaran udara) kalau diatur tepat gunanya sebagai berikut.



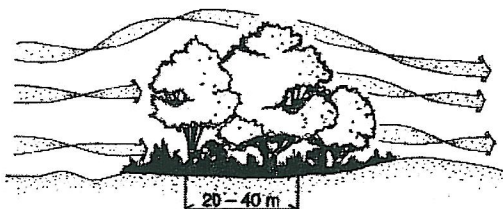
Tanaman semak dan pohon berderet: pengurangan debu sedikit sekali



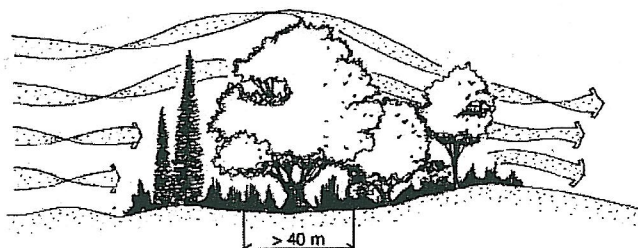
Tanaman semak dan pohon terlalu padat: pengurangan debu sedikit



Tanaman semak dan pohon sebagai saringan: pengurangan debu lumayan



Tanaman semak dan pohon yang lebar dan beraneka ragam: pengurangan debu tinggi karena dapat diendap dalam tanaman



Tanaman semak dan pohon yang lebar dan beraneka ragam: pengurangan debu tinggi karena dapat diendap dalam tanaman serta meredam kebisingan





jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumber	Perhitungan luas ruang (m ²)
Penunjang	hall	40 org	0,54/org	A	$0,54 \times 40 = 21,6$
	r.tunggu	16 Org	4/unit	B	$\text{Kursi } 0.8 \times 0.7 = 0.56$ $16 \text{ orang} = 0.56 \times 16$ $= 8.96$ $\text{Meja } 0.8 \times 0.8 = 0.64$ $4 \text{ meja} = 0.64 \times 4$ $= 2.56$ $\text{Total} = 8.96 + 2.56$ $= 11.52$ $\text{Sirkulasi } 500\% = 57.6$ $\text{Total ruang} = 69.12$ $= 71$
	r.Registrasi	6 Org	4.3 / unit	B	$\text{Kursi } 0.45 \times 0.45 = 0.202$ $6 \text{ orang} = 0.202 \times 6$ $= 1.212$ $\text{Meja } 1.5 \times 0.6 = 0.9$ $2 \text{ meja} = 2 \times 0.9 = 1.8$ $\text{Total} = 3.012$ $\text{Sirkulasi } 40\% = 1.2048$ $\text{Total luas ruang} = 4.2128$

jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumber	Perhitungan luas ruang (m ²)
Penunjang	r.Locker karyawan	32 org	4/unit	A	$\text{Lemari locker } 2 \times 0.5 = 1$ $4 \text{ unit } 4 \times 1 = 4$ $\text{Sirkulasi } 300\% = 12$ $\text{Total } 12 + 4 = 16$ $\text{Total luas ruang} = 16$
	Lavatory	2 unit	3.335 /unit	A	$\text{Kamar mandi + closet} = 1.5 \times 0.85 = 1.275$ $2 \text{ unit} = 2 \times 1.275 = 2.55$ $\text{Wastafel } 0.4 \times 0.6 = 0.24$ $2 \text{ unit} = 2 \times 0.24 = 0.48$ $\text{Total } 3.03$ $\text{Sirkulasi } 90\% = 2.72$ $\text{Total } 3.03 + 2.42 = 5.7$ $2 \text{ unit} = 2 \times 5.7 = 11.4$ $\text{total luas ruang } 11.4$
	r.Karyawan	1 unit	0.7 /orang	B	$\text{Tempat tidur } 2 \times 0.9 = 1.8$ $10 \text{ unit } 1.8 \times 10 = 18$ $\text{Sirkulasi } 300\% = 54$ $\text{Total luas ruang} = 18 + 54 = 72$

jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumber	Perhitungan luas ruang (m ²)
Penunjang	r. Makan khusus	40 org 2 unit	-	A	1.(ruang makan) 1,6 / orang, kapasitas 40 orang $40 \times 1.6 = 64$ 2.(ruang peracikan) Meja peracikan = $0,45 \times 0,76 \text{ m} = 0,342 \text{ m}^2$ Jumlah 2 unit meja = $2 \times 0,342 = 0,684$ Pelayan 4 orang = $4 \times 0,457$ (lebar tubuh berdiri didepan meja) = 1,828 m Kursi peracik 4 buah = 4 $\times (0,5 \times 0,5) = 1 \text{ m}^2$ Lemari alat makan = $2,5 \times$ 1,5 = 3,75 Total = 7,262 Flow 60% = 4,3572 TOTAL luas ruang peracikan = $11,61 \approx 12 \text{ m}^2$ 2 unit $12 \times 2 = 24$

jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumber	Perhitungan luas ruang (m ²)
Penunjang					3. (ruang pengolahan) Total 37.63 4. (ruang pencucian alat) Meja cuci $1.5 \times 1 = 1.5$ 2 unit $1.5 \times 2 = 3$ Rak piring $2 \times 0.7012 = 1.425$ 2 unit $2 \times 1.425 = 2.85$ Meja bilas $0.6 \times 1.5 = 0.9$ Total $3 + 2.85 + 0.9 = 6.75$ Sirkulasi 200% = 13.5 Total $6.75 + 13.5 = 20.25$ 5 (ruang bahan baku) Lemari es pendingin $2.5 \times 2 =$ 5 2 unit = $5 \times 2 = 10$ Sirkulasi 150 % = 15 Total $10 + 15 = 25$ 6. (lavatory) Pria dan wanita = 9 Total keseluruhan = 180,885 Sirkulasi 30% = 54.2655 Total ruang makan khusus= 235.1505

jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumber	Perhitungan luas ruang (m ²)
P e n u n j a n g	r.Pamer	1 Unit	111.8 / unit	HD	Lemari rak $2 \times 0.5 = 1$ $1.5 \times 0.5 = 0.75$ Total 6 unit $1.75 \times 10 = 17.5$ Sirkulasi 220 % = 38.5 Total ruang $17.5 + 38.5 = 56$

jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumber	Perhitungan luas ruang (m ²)
P E N G E L O L A	r. Direktur	1 Unit	15 / unit	B	Kursi $0.8 \times 0.7 = 0.56$ 3 unit = $3 \times 0.56 = 1.68$ Meja $1.5 \times 0.6 = 0.9$ Rak arsip $0.5 \times 0.5 = 0.25$ Total $1.68 + 0.9 + 0.25 = 2.83$ Sirkulasi 400% = 11.32 Total $11.32 + 2.83 = 14.15$ Total luas ruang 15
	r. Manager	1 Unit	15/unit	B	Sama dengan r.Direktur = 15
	r. Sekretaris	1 unit	9/unit	B	kursi $0.8 \times 0.7 = 0.56$ 2 unit $2 \times 0.56 = 1.12$ Meja 0.9 Rak arsip 0.25 2 unit $0.25 \times 2 = 0.5$ Tot $1.12 + 0.9 + 0.5 = 2.52$ Sirkulasi 250% = 6.3 Total luas ruang $8.82 = 9$

jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumber	Perhitungan luas ruang (m ²)
PENGELOLA	r. Dokter	4 Unit	4 / unit	B	Kursi $0.8 \times 0.7 = 0.56$ Kursi $0.5 \times 0.5 = 0.25$ 2 unit $0.25 \times 2 = 0.5$ Meja $1 \times 0.6 = 0.6$ Rak arsip $0.5 \times 0.5 = 0.25$ Total $0.56 + 0.5 + 0.6 + 0.25$ $= 1.91$ Sirkulasi $100 = 1.91$ Total ruangan $1.91 + 1.91 = 3.82 = 4$ $4 \times 4 \text{ unit} = 16$
	r. Trainer	3 Unit	4/unit	B	Sama dengan r.Dokter = 12

Studi ruang khusus

jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumber	Perhitungan luas ruang (m ²)
RUANG KHUSUS	r. konsultasi	3 orang	4 / unit	B	Kursi $0.45 \times 0.45 = 0.2025$ 3 unit $0.2025 \times 3 = 0.6075$ Meja $1.5 \times 0.6 = 0.9$ rak $0.5 \times 0.5 = 0.25$ Total 1.7575 Sirkulasi 100% 1.7575 Total $3.6 = 4$
	r. Treadmill test	5 orang	9 / unit	B	Alat treadmill $1.2 \times 0.6 = 0.72$ 5 unit $0.72 \times 5 = 3.6$ Sirkulasi 150 % = 5.4 Total luas ruang = 9
	laboratorium	1 unit	4.5 / unit	B	Lemari serba guna $3 \times 0.45 = 1.35$ Kursi $0.6 \times 0.5 = 0.3$ 3 unit $3 \times 0.3 = 0.9$ Total 2.25 Sirkulasi 100% 2.25 Total luas ruang = 4.5

jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumber	Perhitungan luas ruang (m ²)
R U A N G K H U S U S	r. Cardio	50 orang	156.25 / unit	B	r.Fitness treadmill $1.5 \times 0.6 = 0.9$ 10 unit $0.9 \times 10 = 9$ Alat press bawah, tengah, Atas $1.5 \times 1.5 = 2.25$ 6 unit $2.25 \times 6 = 13.5$ Locker $2.5 \times 0.5 = 1.25$ 4 unit $4 \times 1.25 = 5$ Alat perut bawah $1.2 \times 0.4 = 0.48$ (5 unit) $5 \times 0.48 = 2.4$ Alat perut berdiri $1 \times 0.5 = 0.5$ (6 unit) $0.5 \times 6 = 3$ Alat lat.punggung $1.2 \times 0.9 = 1.08$ (5 unit) $1.08 \times 5 = 5.4$ Tempat barbel $0.6 \times 0.6 = 0.36$ (5 unit) $5 \times 0.36 = 1.8$ $1.5 \times 0.6 = 0.9$ (5 unit) $5 \times 9 = 4.5$

jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumber	Perhitungan luas ruang (m ²)
R U A N G K H U S U S					t. Duduk $1.5 \times 0.6 = 0.9$ (5 unit) $0.9 \times 5 = 4.5$ Total $9 + 13.5 + 5 + 2.4 + 3 + 5.4 + 1.8 + 4.5 + 4.5 = 49.1$ Sirkulasi 200 % = 98.2 Total 156.25
	Sauna	1 unit	5 /unit	B	/orang = 0.5 50 orang $50 \times 0.5 = 25$ Sirkulasi 100 % = 25 Total luas ruang 50
	massage	1 unit	67.92 / unit	B	Tempat tidur $2 \times 0.9 = 1.8$ (10 unit) $1.8 \times 10 = 18$ Kursi tunggu 10 unit $0.7 \times 0.66 = 0.646$ $10 \times 0.646 = 4.64$ Total 22.64 Sirkulasi 200 % 45.28 Total luas ruang 67.92

jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumbu	Perhitungan luas ruang (m ²)
RUANG KHUSUS	Operasi	1 unit	9.39	B	Tempat tidur operasi 2.4 x 1.2 = 2.88 Lemari peralatan 0.5 x 0.5 = 0.25 Total 3.13 Sirkulasi 200% = 6.26 Total luas ruang 9.39
	Locker	4 unit	4 /unit	B	Lemari locker 2 x 0.5 = 1 (2 unit) 1 x 2 = 2 Sirkulasi 100% = 2 Total =4 (4 unit) 4 x 4 = 16
	cottage	30 Unit	18 / unit	B	Double bed room 2 x 1.8 = 3.6 Meja tv 3 x 1 = 3 Lavatory dalam 1.5 x 0.85 = 1.275 Sofa 1.6 x 0.7 = 1.12

jenis	ruang	Kapasitas	Standart (m ²)	sumbu	Perhitungan luas ruang (m ²)
RUANG KHUSUS					Kursi 0.6 x 0.5 = 0.3 Lemari rias 0.8 x 0.5 = 0.4 Total 3.6 + 3 + 1.275 + 1.12 + 0.3 + 0.4 = 9.659 = 10 Sirkulasi 80% = 8 Total luas ruang 18 Total 30 x 18 = 540